

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-328049

(43)公開日 平成8年(1996)12月13日

(51)Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/313			G 0 2 F 1/313	
G 0 2 B 6/12			G 0 2 B 6/12	H

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平7-312950

(22)出願日 平成7年(1995)11月30日

(31)優先権主張番号 94-35167

(32)優先日 1994年12月19日

(33)優先権主張国 韓国 (K R)

(71)出願人 590001625

エレクトロニクス アンド テレコミュニ
ケーションズ リサーチ インスティテュ
ート大韓民国 デージョン スウォク ガジョ
ンドン 161

(71)出願人 590001636

コリア テレコミュニケーション オーソ
リティ大韓民国 ソウル チヨングノグ スージ
ョンノ 100

(74)代理人 弁理士 吉田 茂明 (外2名)

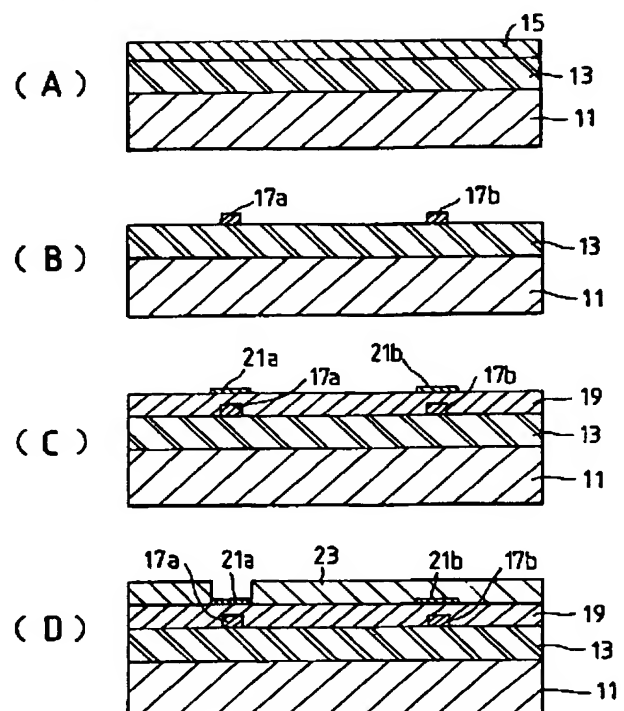
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法

(57)【要約】

【課題】 薄膜ヒーターで発生される熱が隣接するチャンネル導波路に伝達されるのを抑制して隣合うチャンネル導波路の間の漏話現状を防止でき、熱伝達速度が早いことよりスイッチング速度が早く、低い動作電源で動作できるヒーター埋込された平面チャンネル導波路形の光スイッチの製造方法を提供する。

【解決手段】 チャンネル導波路が形成された下部クラッド層の上部にチャンネル導波路の上部で5～10μm程度の薄い厚さを有する第1上部クラッド層を平坦に形成し、この第1上部クラッド層上部のチャンネル導波路と対応する部分にチャンネル導波路の線幅を比べて二倍程度の線幅を有する薄膜ヒーターを形成した後、第1上部クラッド層と薄膜ヒーターの上部に15～20μm程度の厚さの第2上部クラッド層を形成し、薄膜ヒーターの早い熱放出のために上記第2上部クラッド層を除去して、薄膜ヒーターを露出させる。



(2)

特開平 8-328049

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン基板上に下部クラッド層と導波路層を連続的に形成する工程と、

上記導波路層の上部にマスクを形成する工程と、

上記マスクを利用して上記導波路層をエッチングしてチャンネル導波路を形成し、上記マスクを除去する工程と、

上記下部クラッド層と上記チャンネル導波路の上部に第 1 上部クラッド層を形成する工程と、

上記第 1 上部クラッド層の上記チャンネル導波路に対応する部分に薄膜ヒーターを形成する工程と、

上記第 1 上部クラッド層及び上記薄膜ヒーターの上部に第 2 上部クラッド層を形成する工程を具備するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、

上記下部クラッド層を PSG (Phosphosilicate Glass) で形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 3】 請求項 2 において、

上記下部クラッド層を 1.8～2.2 μm の厚さで形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 において、

上記導波路層を GPSP (Germano-Phosphosilicate Glass) で形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 5】 請求項 4 において、

上記導波路層を 6～8 μm の厚さで形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 6】 請求項 1 において、

上記下部クラッド層と導波路層を熱処理して高密度化させるヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 7】 請求項 6 において、

上記下部クラッド層と導波路層を 750～850℃の BCl_2 雰囲気中で 5～15 分間 1 次熱処理し、1000～1050℃の $\text{He} + \text{O}_2$ 雰囲気中で 5～10 時間の 2 次熱処理するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 8】 請求項 1 において、

上記チャンネル導波路を CF_4 と CHF_3 が 4～8 : 1 の組成で混合されたガスでエッチングするヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 9】 請求項 8 において、

上記チャンネル導波路を 6～8 μm の線幅で形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 10】 請求項 1 において、

上記第 1 上部クラッド層を BPSG (Boro-Phosphosilicate Glass) で形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

2

【請求項 11】 請求項 10 において、

上記第 1 上部クラッド層を上記チャンネル導波路の上部で 5～10 μm の厚さになるように 10～18 μm の厚さで形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 12】 請求項 1 において、

上記薄膜ヒーターをチタニウムあるいはタンタラムで形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 13】 請求項 12 において、

上記薄膜ヒーターを 0.1～0.2 μm の厚さと 12～16 μm の線幅で形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 14】 請求項 1 において、

上記第 2 上部クラッド層を BPSG (Boro-Phosphosilicate Glass) で形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 15】 請求項 14 において、

上記第 2 上部クラッド層を上記チャンネル導波路の上部から 15～20 μm の厚さになるように形成するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【請求項 16】 請求項 1 において、

上記薄膜ヒーター上部の第 2 上部クラッド層を除去する工程をさらに具備するヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はヒーターにより導波路の温度を調節して流れる光信号の位相を変化させる平面導波路形光スイッチの製造方法に関し、特にクラッド層にヒーターを埋込して隣接するチャンネル導波路への影響を最小化して温度変化による隣接する光信号と漏話を防止し、光スイッチのスイッチング速度とスイッチング電源を改善できるヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、光通信技術の発展によって高い伝送効率と容易な網の構成を持つ光通信システムを構築するために光繊維、光源及び光検出器ばかりではなく、いろいろな種類の光素子が要求されている。

【0003】上記光素子の中には光信号の分割／結合のための光分割器／光結合器、網で光の伝送路を変化させるための光スイッチ及び波長分割器等がある。

【0004】上記いろいろな光素子の中で、光スイッチは伝送線が故障した場合に外の伝送線の要求に応じて外の伝送線を自由にスイッチできるから、とても重要である。

【0005】上記光スイッチは、一般的に、バルク形的光スイッチと導波路形光スイッチに分かれる。

【0006】上記バルク形光スイッチは移動するプリズ

50

3

ムとレンズを使用するものであって小さい波長の依存性と比較的に低い損失の特徴を有する長所があるが、組立及び調整工程が複雑であり、高く大量生産に適合しない。

【0007】一方、導波路形光スイッチは半導体装置の製造技術を使用して製造でき、大量生産が容易にでき次世代の光スイッチとして適合する。

【0008】従来の導波路形光スイッチはMasao Kawachiにより、“Silica waveguide on silicon and their application to integrated-optic components”という10 題目で「Optical and Quantum Electronics, 22(1990)391-416」に開示された。

【0009】上記光スイッチはシリコン基板上に火炎加水分解法でシリコン酸化膜の下部クラッド層とシリカ層を順次的に蒸着し、上記シリカ層を反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching:RIE)の方法によりパターンインし、チャンネル導波路を形成する。

【0010】そして、上記下部クラッド層の上部に上記チャンネル導波路を覆うように上部クラッド層を蒸着するに際し、上部クラッド層は表面が平坦化されるよう20 に30 μ m以上の厚さに形成される。

【0011】次に、上記チャンネル導波路と対応する上部クラッド層の上部に上記チャンネル導波路の温度を調節して伝送される光信号の位相を変化させ、スイッチングするヒーターを形成する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述の従来の導波路形光スイッチは所定チャンネル導波路に熱を加える時、熱が拡散され、上部クラッド層が厚く形成されるのに、拡散された熱が隣合うチャンネル導波路も加熱させ、伝送される光信号の位相を変化させ、これによって漏話現状が発生される問題点があった。

【0013】又、厚く形成された上部クラッド層により薄膜ヒーターで発生された熱がチャンネル導波路に伝達される速度が遅くてスイッチング速度が遅く、薄膜ヒーターから発生される熱が高くないとチャンネル導波路に伝達されないから動作電源が大きくなければならない問題点があった。

【0014】従って、本発明の目的は所定チャンネル導波路に熱を加える時、隣合うチャンネル導波路が加熱されないようにして漏話現状を防止できるヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法を提供することにある。

【0015】本発明の別の目的は早いスイッチング速度と低い動作電源で動作できるヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明によるヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造方法はシリコン基板上に下部クラッド層とチ

(3)

特開平8-328049

4

ャンネル導波路を連続的に形成する工程と、上記チャンネル導波路層の上部にマスクを形成する工程と、上記マスクを利用して上記チャンネル導波路層をエッチングし、チャンネル導波路を形成し、上記マスクを除去する工程と、上記下部クラッド層と上記チャンネル導波路の上部に第1上部のクラッド層を形成する工程と、上記第1上部クラッド層の上部の上記チャンネル導波路に対応する部分に薄膜ヒーターを形成する工程と、上記第1上部クラッド層及び上記薄膜ヒーターの上部に第2上部クラッド層を形成する工程を具備する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【0018】図1は本発明によるヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの平面図である。

【0019】上記光スイッチでは、二つのチャンネル導波路17a, 17bは二つのカップラ25a, 25bを形成するように二カ所がほとんど接近されて位置する。

【0020】上記カップラ25a, 25bの結合比は光信号波長の50%と設定される。

【0021】上記二つのカップラ25a, 25bの間のチャンネル導波路17a, 17bは長さがお互いに同一とされ、上部に薄膜ヒーター21a, 21bが位置される。

【0022】上記薄膜ヒーター21a, 21bは電源(図示しない)によって選択的に加熱され、上記チャンネル導波路17a, 17bに熱を伝達することにより、伝送される光信号の位相を変化させ、通路を遮断して外のチャンネル導波路に伝送されるようにする。

【0023】即ち、上記薄膜ヒーター21aが加熱されれば、上記チャンネル導波路17aが遮断されるのでポート1(P1)を通じた光信号がカップラ25aによりカップリングされ、チャンネル導波路17aを通じてポート4(P4)に伝送される。

【0024】上記チャンネル導波路17a, 17bを通じてポート1(P1)からポート3(P3)に、そして、ポート2(P2)からポート3(P3)に光信号を伝送する場合を、バール状態(Bar State)と、ポート1(P1)からポート4(P4)に、そしてポート2(P2)からポート4(P4)に伝送する場合を、クロス状態(Cross State)という。

【0025】図2(A)ないし(D)は本発明によるヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造工程図で、図1をX-X線で切った断面を表示する。

【0026】図2(A)を参照すれば、シリコン基板11上に下部クラッド層13と導波路層15を順次的に形成する。

【0027】上記下部クラッド層13はPSG(Phosphosilicate Glass)が火炎加水分解法により18~22 μ m程度の厚さで蒸着されて形成され、導波路層15はGPSG

5

(Germano-Phosphosilicate Glass) が $6 \sim 8 \mu\text{m}$ 程度の厚さで蒸着され形成される。

【0028】そして、上記形成された下部クラッド層13と導波路層15を $750 \sim 850^\circ\text{C}$ 程度の BCl_2O SCCM 雰囲気中で $5 \sim 15$ 分間熱処理した後、又 $1000 \sim 1100^\circ\text{C}$ 程度の $\text{He } 300 \text{ SCCM} + \text{O}_2 200 \text{ SCCM}$ 雰囲気中で $5 \sim 10$ 時間熱処理して高密度化させる。

【0029】この時、上記で最終段階に He と水蒸気を同時に流して、高密度化させる。

【0030】上記で BCl 雰囲気での熱処理は下部クラッド層13と導波路層15に包含されている OH 基を除去して不純物を低くして融点を低くし、 He 又は O_2 雰囲気での熱処理は下部クラッド層13と導波路層15にバブルが形成されることを最小化する。

【0031】この時、上記導波路層15の屈折率は導波損失及び折曲損失を考慮し、単位時間当の使用される GeCl_4 の重量を変化させ、 $0.1 \sim 3\%$ になるようにする。

【0032】図2(B)を参照すれば、上記導波路層15の上部に非晶質シリコン、アルミニウムあるいはクロム等を $0.25 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 程度の厚さで蒸着し、マスク層を形成する。

【0033】そして、上記マスク層上部の所定部分に感光膜パターン(図示されていない)を形成し、この感光膜パターンをマスクとして上記マスク層と導波路層15を順次的に異方性エッチングしてマスクとチャンネル導波路17a, 17bを形成する。

【0034】上記でマスクは感光膜パターンを使用して Cl_2 ガスを利用する反応性イオンエッチングすることで形成され、そして上記感光膜パターンは O_2 プラズマで除去される。

【0035】又は、チャンネル導波路17a, 17bは CF_4 と CHF_3 を $4 \sim 8 : 1$ の組成に混合されたガスでインダクティブ・カップルド・プラズマ(Inductive Coupled Plasma)方法でエッチングされ、対称的な構造で $6 \sim 8 \mu\text{m}$ 程度の線幅を有する。この時、上記チャンネル導波路17a, 17bを成すGPSGはアルミニウムのエッチング選択比が $40 \sim 60 : 1$ であり、エッチング速度は分当り $0.3 \sim 0.7 \mu\text{m}$ 程度になる。

【0036】そして、上記マスクを湿式エッチングして除去する。

【0037】図2(C)を参照すれば、上記下部クラッド層13の上部に上記チャンネル導波路17a, 17bが覆われるようにBPSG(Boro-Phosphosilicate Glass)を火炎加水分解法で蒸着し、熱処理して高密度化させ第1上部クラッド層19を形成する。この時、上記第1上部クラッド層19を上記チャンネル導波路17a, 17bの上部で $5 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の厚さになるように $10 \sim 18 \mu\text{m}$ 程度の厚さで形成する。

(4)

特開平8-328049

6

【0038】そして、第1上部クラッド層19の上部に電子ビームあるいはスパッタリング等の方法によりチタニウムあるいはタンタラム等を $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 程度の厚さで蒸着し、通常的光リソグラフィ方法により、上記チャンネル導波路17a, 17bの上部に薄膜ヒーター21a, 21bを限定する。

【0039】上記薄膜ヒーター21a, 21bの線幅は $12 \sim 16 \mu\text{m}$ 程度で上記チャンネル導波路17a, 17bの線幅に比べて2倍程度になるように限定する。

10 【0040】図2(D)を参照すれば、上記第1上部クラッド層19及び薄膜ヒーター21a, 21bの上部に上記第1上部クラッド層19と同一にBPSG(Boro-Phosphosilicate Glass)を火炎加水分解法で $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 程度の厚さで蒸着し、熱処理により高密度化させ第2上部クラッド層23を形成する。

【0041】この時、上記薄膜ヒーター21a, 21bが熱処理時変形されるのと第1上部クラッド層19の変形を止めるため、高密度温度を $1000 \sim 1050^\circ\text{C}$ 程度に低くし、 $750 \sim 850^\circ\text{C}$ 程度の BCl_3 を $10 \sim 15 \text{ SCCM}$ 程度で流す。

【0042】そして、上記薄膜ヒーター21a, 21bにより熱を印加してチャンネル導波路17a, 17bを遮断した後、又復元する時に早い熱放出を可能にするため、上記第2上部クラッド層23を除去して薄膜ヒーター21a, 21bを露出させる。

【0043】

【発明の効果】上述したように本発明はチャンネル導波路が形成された下部クラッド層の上部にチャンネル導波路の上部で $5 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の薄い厚さを有する第1上部クラッド層を平坦に形成し、この第1上部クラッド層上部のチャンネル導波路と対応する部分にチャンネル導波路の線幅に比べて、2倍程度の線幅を有する薄膜ヒーターを形成した後、第1上部クラッド層と薄膜ヒーターの上部に $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 程度の厚さの第2上部クラッド層を形成し、薄膜ヒーターの早い熱放出のために上記第2上部クラッド層を除去して薄膜ヒーターを露出させる。

40 【0044】従って、薄膜ヒーターで発生される熱が隣接するチャンネル導波路に伝達されるのを抑制して隣合うチャンネル導波路の間の漏話現状を防止できるし、熱伝達速度が早いからスイッチング速度が早く、低い動作電源で動作できるメリットがある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの平面図である。

【図2】本発明によるヒーター埋込された平面導波路形光スイッチの製造工程図である。

【符号の説明】

11 シリコン基板

50 13 下部クラッド層

(5)

特開平8-328049

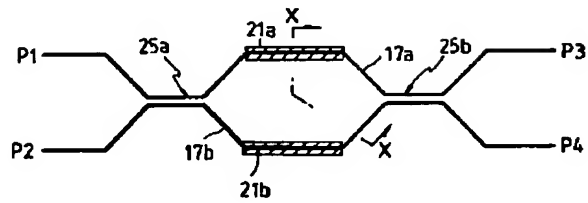
7

8

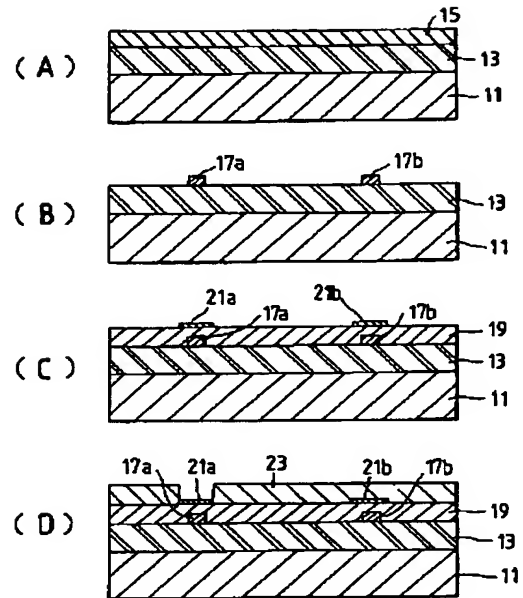
15 導波路層
 17a, 17b チャンネル導波路
 19 第1上部クラッド層

21a, 21b 薄膜ヒーター
 23 第2上部クラッド層、
 25a, 25b 方向性カップラ

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 沈 載崎
 大韓民国大田廣域市儒城区新城洞160-1
 ハヌルアパート102-103

(72)発明者 辛 裝郁
 大韓民国京畿道水源市勸善区西屯洞31-
 173

(72)発明者 ▲鄭▼ 命永
 大韓民国大田廣域市儒城区漁隱洞ハンビト
 アパート120-1305

(72)発明者 崔 太▲ぐ▼
 大韓民国大田廣域市儒城区新城洞ハヌルア
 パート107-1003